

# Python for realfag

Finn Aakre Haugen og Marius Lysaker

17. juli 2020



# Innhold

<b>I</b>	<b>Grunnleggende Python-programmering</b>	<b>21</b>
<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>23</b>
1.1	Hvorfor lære å programmere? . . . . .	23
1.1.1	Anvendelser . . . . .	23
1.1.2	Undervisning . . . . .	24
1.2	Program med inndata og utdata . . . . .	24
1.3	Om Python . . . . .	27
1.3.1	Python – kort fortalt . . . . .	27
1.3.2	Hvorfor satse på Python? . . . . .	27
1.3.3	Hvor populært er Python? . . . . .	27
1.3.4	Når er Python ikke aktuelt? . . . . .	29
1.3.5	Hvem temmer Python? . . . . .	29
1.4	Skrivemåter i boken . . . . .	29
1.5	Om bokens innhold . . . . .	31
1.6	Oppgaver til kapittel 1 . . . . .	32
1.7	Løsninger til kapittel 1 . . . . .	32
<b>2</b>	<b>Programmeringsmiljøer for Python</b>	<b>33</b>
2.1	Innledning . . . . .	33
2.2	Anaconda . . . . .	33

2.3	Spyder . . . . .	34
2.3.1	Hvordan åpne Spyder . . . . .	34
2.3.2	Hvordan kjøre Python-programkode i Spyder . . . . .	36
2.3.2.1	Kjøre programkode på konsollens kommandolinje . . . . .	36
2.3.2.2	Kjøre programkode via skript . . . . .	38
2.3.3	Eksempler på beregninger med Python . . . . .	40
2.3.3.1	Python som kalkulator . . . . .	40
2.3.3.2	Et Python-program for beregning og plotting . . . . .	41
2.3.4	Innstilling av Spyder . . . . .	46
2.3.5	Hjelp i Spyder . . . . .	48
2.3.5.1	Hjelp til å finne kode som du kan skrive i ditt program . . . . .	48
2.3.5.2	Hjelp til å finne syntaksfeil i din programkode . . . . .	48
2.3.5.3	Løpende informasjon i Spyder om funksjoners syntaks . . . . .	49
2.4	Jupyter Notebook . . . . .	49
2.4.1	Hvordan starte Jupyter Notebook . . . . .	50
2.4.2	Hvordan lage og redigere Notebook-dokumenter . . . . .	51
2.4.3	Hvordan kjøre Notebook-dokumenter . . . . .	52
2.4.4	Hvordan lagre Notebook-dokumenter . . . . .	53
2.4.5	Formatering av Notebook-dokumenter . . . . .	53
2.4.6	Hjelp i Jupyter Notebook . . . . .	55
2.5	Visual Studio Code . . . . .	56
2.5.1	Hvordan installere og starte Visual Studio Code . . . . .	56
2.5.2	Kople Python til VS Code . . . . .	57
2.5.3	Åpne (lage) arbeidsområde . . . . .	57
2.5.4	Hvordan lage og kjøre et Python-program . . . . .	58
2.6	Python-kommandolinjen i Anaconda-kommandovinduet . . . . .	59

2.7	Import og bruk av funksjonspakker og -moduler . . . . .	60
2.7.1	Pakker og pakkebehandling med conda eller pip . . . . .	60
2.7.1.1	Pakker . . . . .	60
2.7.1.2	Pakkebehandling . . . . .	60
2.7.2	Innebygde funksjoner i Python (standardpakken) . . . . .	61
2.7.3	Import av pakker i Anaconda-distribusjonen . . . . .	62
2.7.3.1	Tilgjengelige pakker for Python . . . . .	62
2.7.3.2	Opplisting av pakker som er installert på PC-en . . . . .	62
2.7.3.3	Hvordan importere pakker som er installert på PC-en . . . . .	63
2.7.3.4	Hvordan importere moduler som inngår i pakker . . . . .	64
2.7.4	Installering og import av pakker som ikke følger med Anaconda-distribusjonen . . . . .	65
2.8	Oppgaver til kapittel 2 . . . . .	65
2.9	Løsninger til kapittel 2 . . . . .	67
<b>3</b>	<b>Variabler og datatyper</b>	<b>73</b>
3.1	Innledning . . . . .	73
3.2	Hvordan kjøre kodeeksemplene? . . . . .	73
3.3	Variabler . . . . .	74
3.3.1	Hva er en variabel? . . . . .	74
3.3.2	Hvorfor bruke variabler når vi kunne brukt verdier direkte? . . . . .	75
3.3.3	Hvordan velge variabelnavn . . . . .	76
3.4	Litt om funksjoner . . . . .	77
3.5	Tall og grunnleggende matematiske operasjoner . . . . .	79
3.5.1	Talltyper . . . . .	79
3.5.2	Hvordan formatere tall i print()-funksjonen . . . . .	79
3.5.3	Matematiske operatorer . . . . .	81

3.6	Tekststrenger (strings) . . . . .	83
3.7	Fra tall til tekst og fra tekst til tall . . . . .	84
3.8	Boolske variabler, logiske operatorer og sammenlikningsoperatorer . . .	86
3.8.1	Innledning . . . . .	86
3.8.2	Boolske variabler . . . . .	87
3.8.3	Logiske operatorer . . . . .	88
3.8.4	Sammenlikningsoperatorer . . . . .	89
3.9	Lister (lists) . . . . .	90
3.9.1	Hva er lister? . . . . .	90
3.9.2	Operasjoner på lister . . . . .	92
3.9.2.1	Lese listeelementer . . . . .	92
3.9.2.2	Hvordan oppdatere listeelementer med nye verdier . .	94
3.9.2.3	Utvide lister med nye elementer . . . . .	95
3.9.2.4	Fjerne listeelementer . . . . .	97
3.9.2.5	Listemanipulering med + og * . . . . .	98
3.10	Tupler . . . . .	99
3.11	Dictionary . . . . .	101
3.12	Arrayer . . . . .	102
3.12.1	Innledning . . . . .	102
3.12.2	Hvordan konvertere lister til arrayer og motsatt . . . . .	103
3.12.2.1	Konvertering fra liste til array . . . . .	103
3.12.2.2	Konvertering fra array til liste . . . . .	104
3.12.3	Lage arrayer med spesiell utforming . . . . .	104
3.12.3.1	Arrayer med like elementverdier . . . . .	104
3.12.3.2	Array med fast inkrement mellom elementene . . . . .	106
3.12.3.3	Flerdimensjonale eller n-dimensjonale arrayer . . . . .	108

3.12.4	Operasjoner på arrayer . . . . .	109
3.12.4.1	Innledning . . . . .	109
3.12.4.2	Størrelsen av en array . . . . .	109
3.12.4.3	Lese elementverdier i en array . . . . .	110
3.12.4.4	Oppdatere elementer i en array . . . . .	112
3.12.4.5	Utvide arrayer med nye elementer . . . . .	113
3.12.4.6	Fjerne elementer fra arrayer . . . . .	113
3.12.4.7	Finne maksimum og minimum i arrayer . . . . .	114
3.12.5	Matematiske operasjoner på arrayer, inkl. matriser . . . . .	115
3.12.5.1	Addisjon med skalar og multiplikasjon med skalar . . .	115
3.12.5.2	Hvordan lage radvektorer og kolonnevektorer og matriser	116
3.12.5.3	Vektor- og matrisemultiplikasjoner . . . . .	119
3.12.6	Matrisefunksjoner for lineæralgebra . . . . .	122
3.12.7	Vektoriserte beregninger . . . . .	123
3.13	Oppgaver til kapittel 3 . . . . .	127
3.14	Løsninger til kapittel 3 . . . . .	132
<b>4</b>	<b>Plotting med Matplotlib</b>	<b>149</b>
4.1	Innledning . . . . .	149
4.2	Kurveplott . . . . .	149
4.2.1	Plott av temperaturer i Skien – revisited . . . . .	149
4.2.2	Flere enn ett figurvindu? . . . . .	150
4.2.3	Vise plott i Plots-fanen i Help-vinduet eller i eksternt vindu? . .	150
4.2.3.1	Plottfigurer vist i Plots-fanen i Help-vinduet . . . . .	151
4.2.3.2	Plottfigur vist i et eksternt vindu . . . . .	151
4.2.4	Hvordan lagre figur på fil automatisk . . . . .	152
4.2.5	Subplott . . . . .	153

4.2.6	Hvordan sette størrelsen av figurvinduet . . . . .	154
4.2.7	Matematiske symboler i diagramtittel o.l. . . . .	155
4.3	Stolpediagram . . . . .	156
4.4	Kakediagram . . . . .	158
4.5	Histogram . . . . .	159
4.6	Oppgaver til kapittel 4 . . . . .	160
4.7	Løsninger til kapittel 4 . . . . .	162
<b>5</b>	<b>Programmering av funksjoner</b>	<b>169</b>
5.1	Innledning . . . . .	169
5.2	Hvordan programmere funksjoner . . . . .	170
5.2.1	Grunnleggende funksjonsdefinisjon . . . . .	170
5.2.2	Hvordan returnere flere enn én verdi . . . . .	172
5.2.3	Funksjonsargumenter med standardverdi . . . . .	173
5.2.4	Funksjonskall med bruk av keyword-argument . . . . .	174
5.2.5	*args og **kwargs . . . . .	175
5.2.6	Dokumentasjonstekst (docstring) . . . . .	176
5.2.7	Navnerom (namespace) . . . . .	178
5.3	Programmering av moduler . . . . .	179
5.4	Lambda-funksjoner . . . . .	181
5.5	Oppgaver til kapittel 5 . . . . .	182
5.6	Løsninger til kapittel 5 . . . . .	186
<b>6</b>	<b>Testing av egen kode</b>	<b>197</b>
6.1	Innledning . . . . .	197
6.2	Hvordan teste for funksjonsfeil? . . . . .	198
6.3	Hvordan kjøre kun en del av programmet? . . . . .	202



6.4	Oppgaver til kapittel 6 . . . . .	202
6.5	Løsninger til kapittel 6 . . . . .	205
<b>7</b>	<b>Betingede programløp med if-strukturer</b>	<b>209</b>
7.1	if-else . . . . .	209
7.2	Et liv uten else . . . . .	211
7.3	elif . . . . .	212
7.4	Oppgaver til kapittel 7 . . . . .	213
7.5	Løsninger til kapittel 7 . . . . .	214
<b>8</b>	<b>Itererte programløp med for- og while-løkker</b>	<b>219</b>
8.1	Innledning . . . . .	219
8.2	For-løkker . . . . .	220
8.2.1	Grunnleggende programmering av for-løkker . . . . .	220
8.2.2	Hvordan skrive til array-elementer i en for-løkke . . . . .	222
8.2.3	Preallokering av arrayer for sparing av kjøretid . . . . .	223
8.3	While-løkker . . . . .	225
8.4	Oppgaver til kapittel 8 . . . . .	227
8.5	Løsninger til kapittel 8 . . . . .	229
<b>9</b>	<b>Lese og skrive fildata</b>	<b>239</b>
9.1	Innledning . . . . .	239
9.2	Filformater . . . . .	239
9.2.1	Tekstbaserte datafiler . . . . .	239
9.2.2	Binærdatafiler . . . . .	241
9.3	Lese dataserier fra fil . . . . .	242
9.4	Skrive dataserier til fil . . . . .	243
9.5	Excel-filer i Python . . . . .	245

9.5.1	Innledning . . . . .	245
9.5.2	Lese data fra Excel-filer inn til Python . . . . .	245
9.5.3	Skrive data fra Python til Excel . . . . .	247
9.6	Oppgaver til kapittel 9 . . . . .	248
9.7	Løsninger til kapittel 9 . . . . .	253
<b>10</b>	<b>Databehandling med Pandas</b>	<b>265</b>
10.1	Innledning . . . . .	265
10.2	Byggeklossene i Pandas . . . . .	265
10.3	Manipulering av dataframes . . . . .	269
10.4	Dataanalyse av dataframes . . . . .	272
10.5	Plotting av data i dataframes . . . . .	274
10.6	Oppgaver til kapittel 10 . . . . .	274
10.7	Løsninger til kapittel 10 . . . . .	276
<b>11</b>	<b>Symbolske beregninger med Sympy</b>	<b>281</b>
11.1	Innledning . . . . .	281
11.2	Lynkurs i symbolske beregninger . . . . .	282
11.3	Hvordan beregne tallverdier av symbolske uttrykk . . . . .	283
11.3.1	evalf() . . . . .	284
11.3.2	subs() . . . . .	284
11.3.3	lambdify() . . . . .	285
11.4	Løsning av likninger . . . . .	287
11.4.1	Løsning av likninger med én ukjent . . . . .	287
11.4.2	Løsning av likninger med flere ukjente . . . . .	289
11.4.3	Løsning av differensiallikninger . . . . .	290
11.5	Manipuleringer av symbolske uttrykk . . . . .	292

11.6 Symbolsk derivasjon . . . . .	294
11.7 Symbolsk integrasjon . . . . .	294
11.8 Matriseregning . . . . .	295
11.9 Jacobimatrise (partiellderivasjon av vektorfunksjon) . . . . .	297
11.10 Oppgaver til kapittel 11 . . . . .	299
11.11 Løsninger til kapittel 11 . . . . .	300
<b>II Anvendelser av Python-programmering</b>	
<b>12 Numerisk derivasjon og integrasjon</b>	<b>307</b>
12.1 Innledning . . . . .	307
12.2 Numerisk derivasjon . . . . .	308
12.2.1 Innledning . . . . .	308
12.2.2 Foroverderivasjon . . . . .	308
12.2.3 Bakoverderivasjon . . . . .	312
12.2.4 Senterderivasjon . . . . .	314
12.2.5 Valg av skritt lengde . . . . .	315
12.3 Numerisk integrasjon . . . . .	316
12.3.1 Innledning . . . . .	316
12.3.2 Foroverintegrasjon . . . . .	316
12.3.3 Bakoverintegrasjon . . . . .	322
12.3.4 Trapesintegrasjon . . . . .	323
12.3.5 Negativt areal? . . . . .	325
12.4 Oppgaver til kapittel 12 . . . . .	326
12.5 Løsninger til kapittel 12 . . . . .	330
<b>13 Løsning av likninger</b>	<b>335</b>

13.1 Innledning . . . . .	335
13.2 Likningens form . . . . .	335
13.3 En god start: Plott! . . . . .	336
13.4 Newtons metode . . . . .	338
13.5 Oppgaver til kapittel 13 . . . . .	343
13.6 Løsninger til kapittel 13 . . . . .	344
<b>14 Simulering av dynamiske systemer</b>	<b>347</b>
14.1 Innledning . . . . .	347
14.2 Hva er dynamiske systemer? . . . . .	348
14.3 Framgangsmåte for utvikling av simulatorer . . . . .	349
14.4 Simulator for et termisk system . . . . .	350
14.4.1 Systembeskrivelse . . . . .	350
14.4.2 Modellering . . . . .	351
14.4.3 Diskretisering (simulatoralgoritmen) . . . . .	353
14.4.4 Programmering . . . . .	356
14.4.5 Simulering . . . . .	360
14.4.6 Testing . . . . .	360
14.4.6.1 Statisk test av simuleringen . . . . .	361
14.4.6.2 Dynamisk test av simuleringen . . . . .	362
14.4.7 Valg av simulatoralgoritmens tidsskritt . . . . .	363
14.5 Simulatoralgoritme for mengdesystemer . . . . .	366
14.6 Simulatoralgoritme for bevegelsessystemer . . . . .	372
14.7 Simulator for tidsforsinkelse . . . . .	379
14.8 Simulering i sann tid eller skalert sann tid . . . . .	383
14.8.1 Realisering av simulering i (skalert) sann tid . . . . .	383
14.8.2 Kontinuerlig oppdatert plott . . . . .	385

14.8.3 Justering av parametre mens simulatoren kjører . . . . .	388
14.9 Animering med Pygame . . . . .	390
14.10 Oppgaver til kapittel 14 . . . . .	391
14.11 Løsninger til kapittel 14 . . . . .	400
<b>15 Optimering</b>	<b>411</b>
15.1 Innledning . . . . .	411
15.2 Formulering av optimeringsproblemer . . . . .	411
15.3 Noen typiske trekk ved objektfunksjonen . . . . .	414
15.4 Hvordan løse optimeringsproblemer . . . . .	416
15.4.1 Oversikt over løsningsmetoder . . . . .	416
15.4.1.1 Analytisk metode . . . . .	416
15.4.1.2 Grid-metoden . . . . .	416
15.4.1.3 Iterativ metode . . . . .	417
15.4.1.4 Kombinasjon av grid-metoden og en iterativ metode .	418
15.4.2 Analytisk løsning . . . . .	418
15.4.3 Grid-metoden . . . . .	419
15.4.3.1 Prinsippet . . . . .	419
15.4.3.2 Implementering i et program . . . . .	420
15.4.3.3 Optimering med én optimeringsvariabel . . . . .	422
15.4.3.4 Optimering med to optimeringsvariabler uten ulikhets- begrensning . . . . .	424
15.4.3.5 Optimering med to optimeringsvariabler med ulikhets- begrensning . . . . .	427
15.4.3.6 Lineær objektfunksjon med ulikhetsbegrensninger . . .	428
15.4.4 Hvordan teste at du virkelig har funnet minimum . . . . .	432
15.5 Oppgaver til kapittel 15 . . . . .	434
15.6 Løsninger til kapittel 15 . . . . .	438

<b>16</b>	<b>Modelltilpassing til data</b>	<b>445</b>
16.1	Innledning . . . . .	445
16.2	Prinsippet for modelltilpassing . . . . .	445
16.3	Modelltilpassing av statistiske modeller . . . . .	447
16.4	Modelltilpassing av dynamiske modeller . . . . .	456
16.5	Oppgaver til kapittel 16 . . . . .	461
16.6	Løsninger til kapittel 16 . . . . .	463
<b>17</b>	<b>Statistikk og sannsynlighetsregning</b>	<b>469</b>
17.1	Innledning . . . . .	469
17.2	Utfallsrom og populasjon . . . . .	469
17.3	Simulering av stokastiske forsøk . . . . .	470
17.3.1	Hvorfor simulere? . . . . .	470
17.3.2	Simulering med choice() . . . . .	471
17.3.3	Repetere samme tilfeldige uttrekk? . . . . .	475
17.4	Statistiske mål . . . . .	476
17.4.1	Innledning . . . . .	476
17.4.2	Middelverdi, varians og standardavvik . . . . .	477
17.4.2.1	Middelverdi . . . . .	477
17.4.2.2	Varians . . . . .	477
17.4.2.3	Standardavvik . . . . .	478
17.4.3	Forventningsverdi . . . . .	481
17.5	Sannsynlighetsfordelinger . . . . .	483
17.5.1	Innledning . . . . .	483
17.5.2	Noen sannsynlige definisjoner . . . . .	483
17.5.3	Diskret sannsynlighetsfordeling . . . . .	484
17.5.4	Hyppighetsfordeling . . . . .	486

17.5.5	Kontinuelig fordeling: Normalfordelingen . . . . .	490
17.5.5.1	Innledning . . . . .	490
17.5.5.2	Teoretisk normalfordeling . . . . .	492
17.5.5.3	Simulering av normalfordeling . . . . .	493
17.5.6	Kontinuelig fordeling: Uniform fordeling . . . . .	496
17.5.6.1	Teoretisk uniform fordeling . . . . .	496
17.5.6.2	Simulering av uniform fordeling . . . . .	497
17.6	Hvordan estimere sannsynligheten for hendelser i stokastiske forsøk? . .	500
17.7	Oppgaver til kapittel 17 . . . . .	506
17.8	Løsninger til kapittel 17 . . . . .	509
<b>18</b>	<b>Signalfiltrering</b>	<b>515</b>
18.1	Innledning . . . . .	515
18.2	Middelverdifilter . . . . .	516
18.2.1	Filteralgoritmen . . . . .	516
18.2.2	Noen egenskaper ved middelverdifilteret . . . . .	520
18.2.2.1	Filterets lavpasseegenskaper . . . . .	520
18.2.2.2	Tidsforskyvning gjennom filteret . . . . .	520
18.2.2.3	Støydempning gjennom filteret . . . . .	520
18.3	Tidskonstantfilter . . . . .	521
18.3.1	Filteralgoritmen . . . . .	521
18.3.2	Noen egenskaper ved filteret . . . . .	523
18.3.2.1	Filterets lavpasseegenskaper . . . . .	523
18.3.2.2	Tidsforskyvning gjennom filteret . . . . .	523
18.3.2.3	Støydempning gjennom filteret . . . . .	523
18.3.2.4	En sammenheng mellom tidskonstantfilter og middelverdifilter . . . . .	523

18.3.2.5	Hvordan skal vi stille inn filtertidskonstanten? . . . . .	524
18.4	Høypassfilter . . . . .	524
18.5	Oppgaver til kapittel 18 . . . . .	525
18.6	Løsninger til kapittel 18 . . . . .	526
<b>19</b>	<b>Automatisk regulering</b>	<b>529</b>
19.1	Innledning . . . . .	529
19.2	Reguleringssystemers struktur og virkemåte . . . . .	529
19.2.1	Manuell regulering . . . . .	529
19.2.2	Automatisk regulering . . . . .	530
19.3	Regulatoralgoritmer . . . . .	531
19.3.1	P-regulator . . . . .	531
19.3.2	PI-regulator . . . . .	536
19.3.3	Av/på-regulator . . . . .	540
19.3.4	Foroverkopling . . . . .	546
19.4	Hvordan kjøre et regulatorprogram i sann tid . . . . .	549
19.5	Oppgaver til kapittel 19 . . . . .	550
19.6	Løsninger til kapittel 19 . . . . .	553
<b>20</b>	<b>Programmering av praktisk utstyr</b>	<b>557</b>
20.1	Innledning . . . . .	557
20.2	Microbit . . . . .	557
20.2.1	Innledning . . . . .	557
20.2.2	Mikrobeskrivelse av Microbit . . . . .	558
20.2.2.1	Oversikt . . . . .	558
20.2.2.2	Programmeringsspråk . . . . .	559
20.2.2.3	Maskinvare . . . . .	559



---

20.2.2.4	Tilleggsutstyr til Microbit . . . . .	559
20.2.3	Prosedyre for programmering av Microbit . . . . .	560
20.2.4	MicroPython . . . . .	561
20.2.4.1	Innledning . . . . .	561
20.2.4.2	MicroPython-programmering i Microbits editor . . . . .	561
20.2.4.3	MicroPython-programmering i editoren Mu . . . . .	563
20.3	Raspberry Pi . . . . .	568
20.3.1	Hva er Raspberry Pi? . . . . .	568
20.3.2	Hvilket tilleggsutstyr trenger du? . . . . .	568
20.3.2.1	Standard skjerm, tastatur og mus . . . . .	568
20.3.2.2	Mini-berøringskjerm . . . . .	569
20.3.2.3	Tilleggsutstyr . . . . .	570
20.3.3	Programmering av Raspberry Pi . . . . .	570
20.4	Oppgaver til kapittel 20 – ingen . . . . .	571
<b>Referanser</b>		<b>571</b>



# Forord

Vi har skrevet denne boken for alle som vil lære å programmere løsninger på realfaglige problemer i Python. Vi tror at boken vil være nyttig for studenter og ansatte ved universiteter og høyskoler, elever og lærere i videregående skoler og fagfolk i forskning, utvikling og industri.

Litt om vår bakgrunn:

- Finn: Jeg er dosent ved Universitetet i Sørøst-Norge (USN), campus Porsgrunn. Min utdanning er sivilingeniør i elektro/teknisk kybernetikk fra tidligere Norges tekniske høyskole i 1986 og doktorgrad (ph.d.) fra tidligere Høgskolen i Telemark. Jeg har lang erfaring fra undervisning ved universiteter og høyskoler og kursvirksomhet for industrien og har også arrangert fagdager for elever ved videregående skoler i Grenland. Jeg har brukt programmering til problemløsning i teknisk kybernetikk siden 80-tallet.
- Marius: Jeg er professor i matematikk med simulering og modellering som hovedområder ved USN, campus Porsgrunn. Siden 2010 har jeg undervist i matematikk, algoritmisk tenkning og programmering i Python ved ingeniørstudiet. I perioden 2004–2012 jobbet jeg med matematiske modeller og utvikling av algoritmer ved Simula Research Laboratory i Oslo. Jeg har gjennom flere år vært partner i senteret for fremragende undervisning – Center for Computing in Science Education, UiO. Jeg har en doktorgrad (ph.d.) i anvendt matematikk fra Universitet i Bergen (2004).

Programmering i Python inngår i fagene vi underviser, og vi bruker Python i forskningsprosjekter.

Python er blitt et av de mest populære programmeringsspråkene i verden. Det skyldes at Python er brukervennlig, kraftig og helt gratis!

Python er et engelskspråklig programmeringsspråk i den forstand at terminologien i programmeringsmiljøene og i dokumentasjonen er på engelsk. Etter vår mening er det fornuftig å bruke den opprinnelige engelske terminologien og ikke finne opp norsk Python-terminologi, med mindre det faller helt naturlig. En alternativ «skyggeterminologi» kan skape misforståelser. Ellers bruker vi selvsagt norske ord og uttrykk der det er naturlig.

I boken viser vi hvordan du kan programmere algoritmer fra scratch, f.eks. algoritmer for numerisk integrasjon og simulering. Vi tror at du dermed vil utvikle en grunnleggende forståelse av matematisk problemløsning med algoritmer samtidig som du lærer programmering.

Boken er basert på såkalt prosedyreorientert (engelsk: procedural programming), som vi kan betrakte som «tradisjonell» programmering. Python gir også mulighet for objektorientert programmering (engelsk: object-oriented programming – OOP), men boken beskriver ikke slik programmering.

Boken har to deler. Del 1 – Grunnleggende Python-programmering omfatter bl.a. plotting med Matplotlib-pakken og numerisk databehandling med Numpy-pakken basert på sin array-datatype, eller strengt tatt: `numpy.ndarray`<sup>1</sup>, og sine funksjoner for effektiv matematisk programmering. Del 2 – Anvendt Python-programmering dekker viktige og spennende realfaglige anvendelser.

Boken inneholder mange eksempler. Noen av eksemplene *illustrerer* en metode eller framgangsmåte og følger etter at den aktuelle metoden er forklart. I andre eksempler *introducerer* vi en metode. Lenker til programmene er angitt i boken. Programmene er også listet opp på bokens hjemmeside på <http://techteach.no/python>.

Et undervisningsopplegg for læring av Python-programmering må selvsagt inkludere øvingsoppgaver. Vi har lagt inn oppgaver med detaljerte løsninger i slutten av hvert kapittel. I løsningene til oppgavene i del 1 av boken er programkoden gjengitt. I løsningene i del 2 har vi valgt kun å angi lenker til programmene fordi programmene i del 2 gjerne er relativt store. Programmene er også listet opp på bokens hjemmeside på <http://techteach.no/python>.

Hvis du underviser studenter eller elever, kan du bruke oppgaver i boken direkte eller som grunnlag for dine egne oppgaver.

Vi har valgt å bruke samme fonttype og fontstørrelse på både vanlig tekst og pythonske (Python-spesifikke) navn og begreper. Det framgår av konteksten hva som er norsk og hva som er pythonsk.

Boken er basert på Python 3.7 som kjører på en PC med Windows 10.

Takk til alle som har bidratt med kommentarer og innspill til boken! Vi nevner spesielt Adrian Bergflødt for nitidig sjekk av kode og tekst.

Vi håper boken er lærerik og lett å lese. Dersom du har kommentarer til boken, kan du gjerne sende dem til en av våre e-postadresser angitt nedenfor.

Med hilsen

Finn Aakre Haugen  
finn.haugen@usn.no

Marius Lysaker  
marius.lysaker@usn.no

---

<sup>1</sup>n-dimensjonal array